



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-062857

(43)Date of publication of application : 27.02.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/66

H01J 37/28

(21)Application number : 02-167138

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 25.06.1990

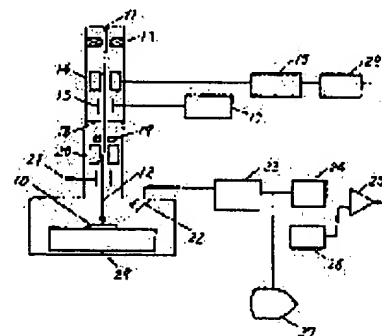
(72)Inventor : YAMASHITA HIROSHI

### (54) INSPECTING METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible to sense easily the place of defective opening of a contact window, by projecting locally a converged ion beam on the surface of a semiconductor device, and by charging locally the surface of the semiconductor device, and further, by measuring the change of the current flowing into substrate of the semiconductor device to display it.

**CONSTITUTION:** As a converged ion beam 12, positive Ga ions are projected on the surface of a semiconductor device 10, and a secondary electron image is observed. The surface of the semiconductor device 10 is charged in positive polarity by the Ga ions. When a metallic surface is exposed, the charge electric charges flow into a conductive film 9, e.g. Al alloy film. In the part of a contact window 4, when there is a contact window 6 which is covered with an layer insulating film 3 and has no opening, the electric charges don't flow into the part of the contact window 6 owing to the layer insulating film 3. As a result, a charged quantity is increased, and the quantity of emitted secondary electrons is decreased, and further, the secondary electron image of brightness being decreased is observed on a display equipment 27. Thereby, the place of failing to open the contact window can be sensed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-62857

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)2月27日

H 01 L 21/66  
H 01 J 37/28

C 7013-4M  
A 9069-5E

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の検査方法

⑯ 特 願 平2-167138

⑰ 出 願 平2(1990)6月25日

⑱ 発 明 者 山 下 洋 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子工業株式会社内  
⑲ 出 願 人 松下電子工業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1、発明の名称

半導体装置の検査方法

2、特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の第1の所定領域にレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクに前記絶縁膜をエッチングしてコンタクト窓を開孔する工程と、前記レジストを除去する工程と、前記半導体基板の第2の所定領域を集束イオンビームで照射しながら、移動する工程と、前記集束イオンビームの照射によって前記第2の所定領域より照射される二次電子を検出する工程を備えたことを特徴とする半導体装置の検査方法。

(2) 半導体基板上に形成された第1の電極配線と第1の絶縁膜を除去して第2の電極配線を露出する工程と、前記半導体基板の所定領域に集束イオンビームを照射しながら、移動する工程と、前記集束イオンビームを照射することで放射される二次電子を検出することを特徴とする半導体装置の

検査方法。

(3) 半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の第1の所定領域にレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクに前記絶縁膜をエッチングしてコンタクト窓を開孔する工程と、前記レジストを除去する工程と、前記半導体基板の第2の所定領域を集束イオンビームで照射しながら、移動する工程と、前記集束イオンビームの照射によって前記半導体基板内に発生するイオン電流を検出する工程を備えたことを特徴とする半導体装置の検査方法。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は半導体装置の検査方法、特に半導体装置のコンタクト窓開孔不良となる不良箇所を検出する方法に関するものである。

従来の技術

近年、半導体装置の微細化、高集積化が進み、デバイス構造も複雑化している。例えば、多層配線技術でも従来の単層配線から2層、3層配線へ

と複雑化してきている。このような微細化、高集積化が進むと、半導体装置の不良箇所を検出することが困難になってきている。従来は不良箇所検出のためにA1配線をプローブ針あるいはレーザ光線等で切断し、A1配線上にプローブ針を立てて、電圧または電流を測定しながら不良箇所を検出していた。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記従来の検査方法では、微細化のためにプローブ針を立てることが困難となりつつあり、高度に集積された回路の局所的コンタクト不良を発見するのに多大な時間と労力を要するという欠点を有していた。

本発明は、上記従来の問題点を解決するもので、半導体装置の不良箇所、特にコンタクト窓開孔不良箇所を簡単に検出できることを目的とする。

課題を解決するための手段

この目的を達成するために、半導体装置表面に集束イオンビームを局所的に照射し、半導体装置表面を局所的に帯電させ、前記半導体装置表面よ

り放射される二次電子量変化を測定し、二次電子に基づく画像を表示するという構成を有している。また、半導体装置表面に集束イオンビームを局所的に照射し、半導体装置表面を局所的に帯電させ、前記半導体装置の基板電流量変化を測定し、表示するという構成を有している。

作用

この構成によって、半導体装置表面に集束イオンビームを局所的に照射すると、半導体装置表面を正に帯電させる。また、半導体装置表面上に金属表面が露出していると、帯電した電荷は導電性のある配線部分に流れこみ、コンタクト窓部では、シリコン基板に流れこむ。コンタクト窓部に酸化膜のような絶縁膜が残っていて、開孔していない場合、電荷はシリコン基板に流れこまず、配線部分を帯電させる。集束イオンビームによって励起された二次電子像を観察すると配線表面およびエッジ効果によりコンタクト窓部が観察されるが、コンタクト窓が開孔していない場合、シリコン基板への電荷の流れこみがないため、帯電量が増加し

- 3 -

放出される二次電子量が減少する。よって、集束イオンビームによって励起された二次電子像は輝度が減少する。このことにより、コンタクト窓開孔不良箇所が検出できる。また、コンタクト窓が開孔していない場合、シリコン基板の基板電流は微小電流となる。このことにより、コンタクト窓開孔不良箇所が検出できる。

実施例

以下本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の一実施例を説明するための半導体装置の配線部分の断面を示すものである。なお、図では説明を容易にするために集積回路の配線部分のみを示し、トランジスタ領域の断面は示していない。図において、1はシリコン基板、2は不純物拡散層、3は層間絶縁膜、4はコンタクト窓、5は導電性被膜、6はコンタクト窓である。

第2図は本発明の一実施例を実現するための装置の構成を示す図である。図において、10は半導体装置、11はイオン源、12は集束イオンビ

ーム、13は加速器、14はコンデンサーレンズ、15はコンデンサーレンズ電源、16はブランカ、17はブランキング電源、18は可動しぼり、19はスティグメータ、20は対物レンズ、21は偏向器、22は二次電子検出器、23は二次電子測定回路、24は時間微分回路、25は差動増幅器、26は基準電圧源、27は表示装置、28はビーム電流制御回路、29は試料台である。

このような構成によって半導体装置10のチップ表面に局所的に走査集束イオンビームを照射し、かつチップ表面の任意の位置に移動することができる。

まず、コンタクト窓開孔不良箇所を検出するため、集束イオンビーム12として例えば加速電圧30kV、イオンビーム電流10pA、ビーム径0.1μmの正のGaイオンを半導体装置10表面上に照射し、1000倍以下の倍率で二次電子像を観察する。Gaイオンは半導体装置10表面を正に帯電させる。金属表面が露出していると、帯電した電荷は導電性被膜9例えばA1合金膜に流

- 4 -

- 5 -

- 6 -

れこむ。またコンタクト窓 4 部分では、導電性被膜 9、不純物拡散層 2 を通してシリコン基板 1 に流れこみ、さらに入射イオンのエッジ効果により多量の二次電子が放出される。二次電子像として、第 2 図に示した二次電子検出器 22 に印加する高電圧、および、ビデオ信号 D C レベルを的確に選ぶことにより導電性被膜 9 表面およびコンタクト窓 4 が表示装置 27 に表示される。

コンタクト窓が層間絶縁膜 3 によって覆われていて開孔していないコンタクト窓 6 がある場合、層間絶縁膜 3 によりコンタクト窓 6 部分への電荷の流れこみがなくなる。よって帯電量が増加し放出される二次電子量が減少する。表示装置 27 に輝度が減少した二次電子像が観察される。このことにより、コンタクト窓開孔不良箇所を検出することができる。

また、集束イオンビームによりコンタクト窓開孔不良箇所をスパッタエッチングにより断面加工を施し、コンタクト窓部の構造を二次電子像観察することにより、コンタクト窓開孔不良原因を解

明することができる。

以下、本発明の第 2 の実施例として多層配線構造におけるコンタクト窓開孔不良箇所の検出方法について、図面を参照しながら説明する。

第 3 図は本実施例を説明するための半導体装置の配線部分の断面を示す。図において、31 はシリコン基板、32 は不純物拡散層、33 は層間絶縁膜、34 はコンタクト窓、35 は第 1 層 A1 配線、36 は層間絶縁膜、37 は第 2 層 A1 配線、38 はコンタクト窓、39 はコンタクト窓 B である（第 3 図(a)）。

まず、集束イオンビームとして例えば加速電圧 30 kV、イオンビーム電流 10 pA、ビーム径 0.1  $\mu$ m の正の Ga イオンを半導体装置 11 表面上に照射し、1000 倍以下の倍率で第 1 層 A1 配線の二次電子像を観察する。実施例 1 で説明したように、イオンビーム照射による二次電子放出特性より二次電子像として、二次電子検出器 22 に印加する高電圧、および、ビデオ信号 D C レベルを的確に選ぶことにより第 2 層 A1 配線 37 表

- 7 -

- 8 -

面およびコンタクト部が観察される。

第 2 層 A1 配線 37 のコンタクト窓において層間絶縁膜 36 によって覆われていて開孔していないコンタクト窓 38 がある場合、実施例 1 で説明したように、電荷の流れこみは層間絶縁膜 36 によりコンタクト窓 38 部分で途絶える。よって、二次電子像としてコンタクト窓 34 部分が観察されない。このことにより、第 2 層 A1 配線のコンタクト窓開孔不良箇所を検出することができる。

第 1 層 A1 配線 35 のコンタクト窓において層間絶縁膜 33 によって覆われていて開孔していないコンタクト窓 39 がある場合、まず第 2 層 A1 配線 37 および層間絶縁膜 36 をウェットエッチングにより除去し、第 1 層 A1 配線 35 を露出させる（第 3 図(b)）。実施例 1 で説明したように、電荷の流れこみは層間絶縁膜 33 によりコンタクト窓 39 部分で途絶える。よって帯電量が増加し放出される二次電子量が減少する。表示装置 27 に輝度が減少した二次電子像が観察される。このことにより、第 1 層 A1 配線のコンタクト窓開孔

不良箇所を検出することができる。

また、集束イオンビームによりコンタクト窓開孔不良箇所をスパッタエッチングにより断面加工を施し、多層配線のコンタクト窓部の構造を二次電子像観察することにより、コンタクト窓開孔不良原因を解明することができる。

なお、本実施例では導電性被膜として A1 合金膜を用いたが、多結晶シリコン膜やシリサイド膜、結晶シリコン膜を含む多層膜、高融点金属膜についても同様の効果を得る。

本発明の第 3 の実施例である半導体装置の検査方法について、図面を参照しながら説明する。

第 4 図は本実施例において使用される検査装置の構成を示す図である。図において、10 は半導体装置、11 はイオン源、12 は集束イオンビーム、13 は加速器、14 はコンデンサーレンズ、15 はコンデンサーレンズ電源、16 はブランカ、17 はブランキング電源、18 は可動しぼり、19 はスティグメータ、20 は対物レンズ、21 は偏向器、22 は二次電子検出器、23 は二次電子測

- 9 -

- 10 -

定回路、24は時間微分回路、25は差動増幅器、26は基準電圧源、27は表示装置、28はビーム電流制御回路、29は試料台、40は電流計である。

このような構成によって半導体装置10のチップ表面に局所的に走査集束イオンビームを照射し、かつチップ表面の任意の位置に移動することができる。さらに半導体装置10の基板電流を測定することができる。

まず、コンタクト窓開孔不良箇所を容易に検出するため、集束イオンビーム12として、例えば加速電圧30kV、イオンビーム電流 $10^2$ pA、ビーム径 $0.45\mu\text{m}$ の正のGaイオンを半導体装置10表面上に照射し、1000倍以下の倍率で二次電子像を観察する。Gaイオンは半導体装置10表面を正に帯電させる。金属表面が露出していると、帯電した電荷は導電性被膜9例えばAl合金膜に流れこむ。またコンタクト窓4部分では、導電性被膜9、不純物拡散層2を通じてシリコン基板1に流れこむ。電流計40により基板電流を測

定すると0.6nA流れている。

コンタクト窓が層間絶縁膜3によって覆われていて開孔していないコンタクト窓6がある場合、層間絶縁膜3によりコンタクト窓6部分への電荷の流れこみがなくなる。よって半導体装置の基板電流量が減少する。電流計40により基板電流を測定すると0.4nAである。このことにより、コンタクト窓開孔不良箇所を検出することができる。

#### 発明の効果

以上のように本発明は、簡単に不良箇所が検出でき半導体装置が高密度に集積されたものでも不良箇所検出を容易に実現できる。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかる半導体装置の検査方法の第1、第3の実施例を説明するための半導体装置の配線部分の断面図、第2図は本発明の第1の実施例を実現するための装置の構成を示す図、第3図(a)、(b)はそれぞれ本発明の第2の実施例を説明するための半導体装置の配線部分の断面図、第4図は本発明の第2の実施例を実現するための装

- 11 -

置の構成を示す図である。

1……シリコン基板、2……不純物拡散層、3……層間絶縁膜、4……コンタクト窓、5……導電性被膜、6……コンタクト窓、10……半導体装置、11……イオン源、12……集束イオンビーム、13……加速器、14……コンデンサーレンズ、15……コンデンサーレンズ電源、16……ブランカ、17……ブランキング電源、18……可動しぼり、19……スティグメータ、20……対物レンズ、21……偏向器、22……二次電子検出器、23……二次電子測定回路、24……時間微分回路、25……差動増幅器、26……基準電圧源、27……表示装置、28……ビーム電流制御回路、29……試料台、40……電流計、31……シリコン基板、32……不純物拡散層、33……層間絶縁膜、34……コンタクト窓、35……第1層A1配線、36……層間絶縁膜、37……第2層A1配線、38……コンタクト窓、39……コンタクト窓。

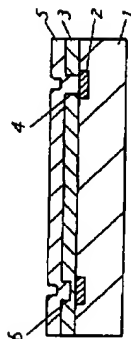
代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

- 13 -

- 12 -

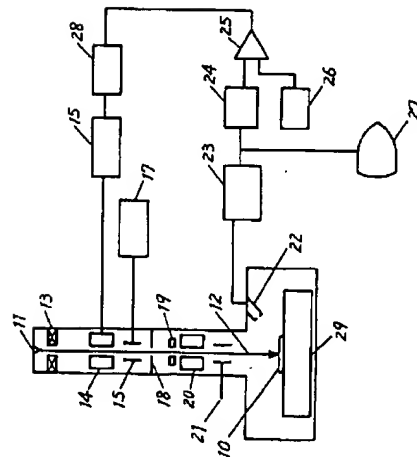
第 1 図

- 1...シリコン基板  
2...有機物被膜層  
3...層間絶縁膜  
4...コンダクタ層A  
5...導電性被膜  
6...コンダクタ層B



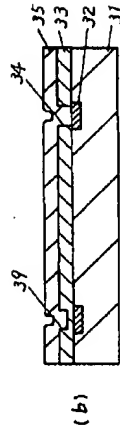
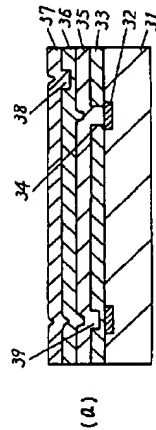
第 2 図

- 10...半導体装置  
11...イオン源  
12...集束イオンビーム  
13...加速器  
14...コンデンサ・レンズ  
15...コンデンサ・レンズ電源  
16...トラップ  
17...アライナング電源  
18...可動レバー  
19...スライダ・9  
20...対物レンズ  
21...偏向器  
22...二次電子検出器  
23...二次電子測定回路  
24...時間積分回路  
25...基動増幅器  
26...基準電圧源  
27...表示装置  
28...ビーム電流制御回路  
29...試料台  
40...電流計



第 3 図

- 31...シリコン基板  
32...有機物被膜  
33,36...層間絶縁膜  
34,38,39...コンダクタ層  
35...第1層A/配線  
37...第2層A/配線



第 4 図

